

APPARATUS AND METHOD FOR PLASMA PROCESSING

Publication number: JP2003068716 (A)

Publication date: 2003-03-07

Inventor(s): TAMURA HITOSHI

Applicant(s): HITACHI LTD

Classification:

- **International:** *H05H1/46; B01J19/08; H01L21/205; H01L21/302; H01L21/3065; H05H1/46; B01J19/08; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/205; H01L21/3065; B01J19/08; H05H1/46*

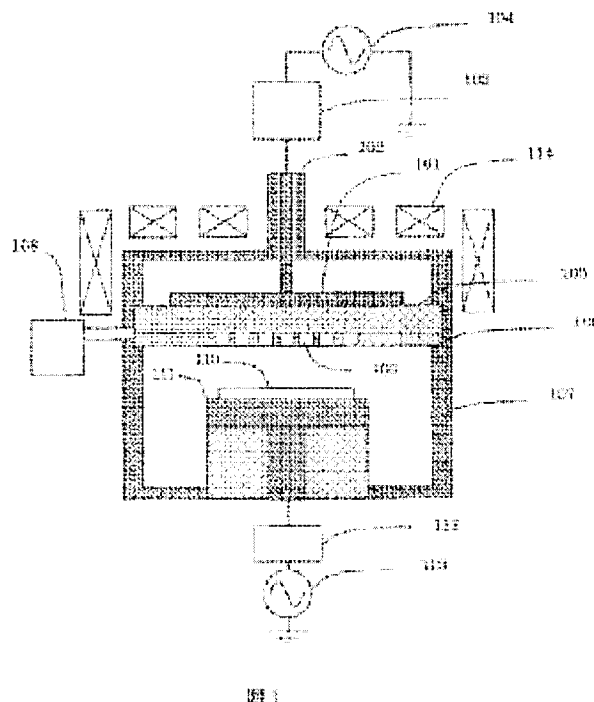
- **European:**

Application number: JP20010258103 20010828

Priority number(s): JP20010258103 20010828

Abstract of JP 2003068716 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform processing of high quality uniformly over the entire surface of a substrate by providing a hollow cathode discharge mechanism within a processing chamber. **SOLUTION:** A plasma processing apparatus, comprising a substrate electrode 111 for mounting a substrate arranged in a processing chamber, a high frequency power supply 113 supplying bias power to the substrate electrode, an antenna electrode 101 introducing an electromagnetic wave into the processing chamber via a dielectric window, and a processing gas supply mechanism supplying a predetermined processing gas into the processing chamber, wherein there is provided a hollow cathode discharge mechanism 109 consisting of recesses provided in a dielectric plate inside the processing chamber and on the side near the dielectric window 105.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-68716

(P2003-68716A)

(43) 公開日 平成15年3月7日(2003.3.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 1 L 21/3065		B 0 1 J 19/08	H 4 G 0 7 5
B 0 1 J 19/08		H 0 5 H 1/46	B 5 F 0 0 4
H 0 5 H 1/46		H 0 1 L 21/205	5 F 0 4 5
// H 0 1 L 21/205		21/302	B

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-258103(P2001-258103)

(22) 出願日 平成13年8月28日(2001.8.28)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 田村 仁

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会

社日立製作所笠戸事業所内

(74) 代理人 100093492

弁理士 鈴木 市郎 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置および処理方法

(57) 【要約】

【課題】処理室内にホローカソード放電機構を備えることにより被処理基板の全面に高品質な処理を均一に施す。

【解決手段】処理室内に配置した被処理基板を載置するための基板電極111と、該基板電極にバイアス電力を供給する高周波電源113と、誘電体窓を介して処理室内に電磁波を投入するアンテナ電極101と、前記処理室内に所定の処理ガスを供給する処理ガス供給機構108とを備えたプラズマ処理装置であって、前記処理室内の誘電体窓105側には誘電体板に設けた凹部からなるホローカソード放電機構109を備えた。

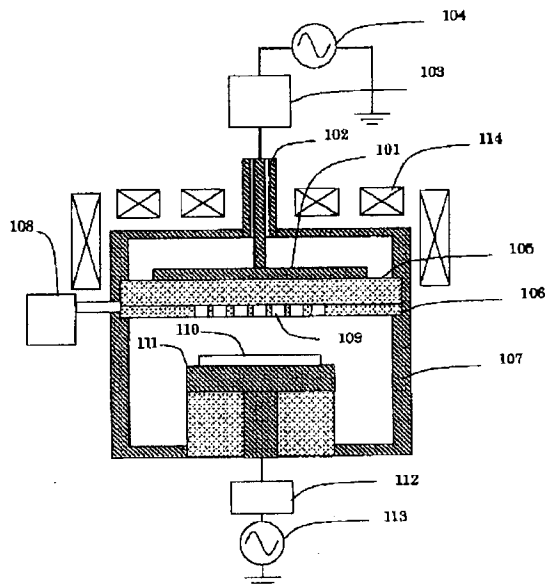


図1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理室内に配置した、被処理基板を載置するための基板電極と、

該基板電極にバイアス電力を供給する高周波電源と、
誘電体窓を介して処理室内に電磁波を投入するアンテナ電極と、

前記処理室内に所定の処理ガスを供給する処理ガス供給機構とを備えたプラズマ処理装置であって、
前記処理室内の誘電体窓側には誘電体板または導電体板に設けた凹部からなるホローカソード放電機構を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 請求項1の記載において、前記ホローカソード放電機構は前記誘電体板に設けた溝であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】 請求項1の記載において、前記ホローカソード放電機構は前記誘電体板に設けた穴であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3の何れか1の記載において、前記凹部、溝あるいは穴を介して前記処理ガスを供給することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4の何れか1の記載において、処理室内に静磁界を供給する電磁装置を備え、該装置により処理室内に電子サイクロトロン共鳴を生じさせることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項6】 処理室内に配置した、被処理基板を載置するための基板電極と、

該基板電極にバイアス電力を供給する高周波電源と、
誘電体窓を介して処理室内に電磁波を投入するアンテナ電極と、

前記処理室内に所定の処理ガスを供給する処理ガス供給機構とを備えたプラズマ処理装置を用いて前記被処理基板を処理するプラズマ処理方法であって、
前記処理室内の誘電体窓側に、誘電体板に設けた凹部からなるホローカソード放電機構を備え、前記凹部を介して前記処理ガスを供給することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項7】 請求項6の記載において、前記電磁波の周波数は100MHzないし500MHzであることを特徴とするプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマ処理装置および処理方法に係り、特に被処理基板の全面に均一なプラズマ処理を施すことのできるプラズマ処理装置および処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】特開平11-260594号公報には、スロットを備えた円盤状アンテナ（スロットアンテナ）を介してプラズマ処理室に電磁波を供給するプラズマ処理装置が示されている。この装置では、前記スロットの

形状寸法等を調整して処理室内の電磁界分布を調整することにより、均一性のよいプラズマ分布を実現している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来技術では、投入した電磁波のプラズマに吸収される効率が低いため、電磁波電力がプラズマ生成に有効に使用されない。このためプラズマの密度が低く、イオン等の被処理基板への供給が不足し、十分なプラズマ処理速度が得られない。

【0004】また、プラズマ処理装置におけるプラズマ中で発生したイオン、ラジカル等は被処理基板表面に到達し、表面で化学的および物理的反応によりエッチング等のプラズマ処理が行われる。さらにこれら反応により生成された物質は排気されなければならない。このようなプラズマ処理に必要な物質の供給と反応生成物の排出はプラズマ処理室内のガス流れに強く影響され、一般的には、被処理基板の中央付近で反応生成物濃度が高く、端部では低くなり、濃度の均一性が得られない。

【0005】また、従来のプラズマ処理装置では、プラズマの生成場所とガス供給場所は相違する。このため高効率なラジカル生成は行われない。

【0006】また、前記従来技術ではプラズマ処理装置中心のプラズマ密度が充分ではない。すなわち、前記従来技術では軸対称な電磁界を用いるため、横方向電界のピーク位置が存在し、これによりプラズマ不均一が起きやすい。

【0007】スロットアンテナにより横方向電界ピーク位置を調整してプラズマを均一化することは可能であるが、アンテナ直下のプラズマでは依然として中心の密度が低い。

【0008】本発明は、これらの問題点に鑑みてなされたもので、被処理基板の全面に高品質な処理を均一に施すことのできるプラズマ処理装置および処理方法を提供する。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するために次のような手段を採用した。

【0010】処理室内に配置した被処理基板を載置するための基板電極と、該基板電極にバイアス電力を供給する高周波電源と、誘電体窓を介して処理室内に電磁波を投入するアンテナ電極と、前記処理室内に所定の処理ガスを供給する処理ガス供給機構とを備えたプラズマ処理装置であって、前記処理室内の誘電体窓側には誘電体板または導電体板に設けた凹部からなるホローカソード放電機構を備えた。

【0011】

【発明の実施の形態】一般に、プラズマの密度向上には電子の損失を減らすことが有効である。例えば静磁界をプラズマに加えて電子のサイクロトロン運動を起こすこ

とにより電子の寿命を延ばし、損失を減らすことができる。また、静電界により電子をプラズマ中に閉じ込め、寿命を延ばすこともできる。本発明で利用するホローカソード放電によれば、静電的な電子の閉じ込め効果により電子密度の向上を図ることができる。

【0012】プラズマ中の電子はイオンに比べ質量が小さいため激しく運動しており、壁面との境界付近で電子は壁面に吸収され、取り残されたイオンが過剰に存在するシース領域が形成される。電子が壁面で損失された結果、プラズマは正に帯電し、電子を静電的に閉じ込める電界がシース付近に形成される。ホローカソード放電はシースの電子閉じ込め効果を利用したもので、シースで囲まれた領域で電子が静電界により捕捉され、高密度になる現象を言う。具体的にはシースとシースを比較的近い距離に対向して設けることにより、両シース間に電子を静電的に捕捉して高密度プラズマを生成する。例えば、円柱形の空洞内にプラズマを発生させる場合、円柱の直径を比較的小さくすることにより、円柱内面付近のシース間で電子が捕捉され、ホローカソード放電が起きる。前記空洞は円柱以外の構造、例えば溝などの構造であって同様の効果を期待できる。

【0013】ガス流れの最適化には、被処理基板に対向した任意の位置にガス供給口を配置することで制御できる。例えば中央からの供給を増加するには被処理基板の中央付近に対向した位置にガス供給口を設け、ガス供給量を制御することで調整できる。

【0014】また、ホローカソード放電機構からガスを供給することで高効率のラジカル生成が可能となる。例えば、ホローカソード放電機構として円柱空洞を用いた場合、円柱空洞からガスを供給することで、高密度のホローカソード放電プラズマ中をガスが通過し、ラジカル等の発生を効率よく行うことができる。

【0015】また、ホローカソード放電機構を被処理基板と対向した任意の位置に配置できる構造とし、この位置を調整することでプラズマ密度分布の調整が可能であり、これにより被処理基板近傍のプラズマ密度分布を均一化できる。

【0016】また、ホローカソード放電機構として円柱、溝等の構造を誘電体内に設けることで、プラズマ発生用電磁波がホローカソード放電機構に集中し、ここのプラズマ密度をさらに上昇させる効果もある。すなわち、電磁波はホローカソード放電機構内に発生した凸状の高密度プラズマ部に集中する傾向にあり、これによりホローカソード放電機構による効果をさらに高めることができる。

【0017】次に、図1ないし図3を参照して本発明の実施例を説明する。図1に本実施例のエッチング装置を示す。円盤状アンテナ101に周波数450MHzの高周波電源104を整合機103および同軸線路102を介して接続する。円盤状アンテナ101直下には誘電体

窓105が設けられ、高周波電源104による電磁波を処理室107に放射し、プラズマを発生させる。

【0018】誘電体窓105と処理室107の間にシャワープレート106を設ける。シャワープレート106は誘電体製であり、内部にホローカソード放電機構109を有する。シャワープレート106は導電体製とすることができ、該導電体製のシャワープレートは円盤状のアンテナを誘電体窓の処理室側に設けたプラズマ処理装置（酸化膜機）のシリコンシャワープレートに適用できる。

【0019】ホローカソード放電機構109はシャワープレート106に直径10mmの穴を複数個設けたもので、前記穴の内部に高密度プラズマを生成する。処理ガスの供給機構108が供給する処理ガスはシャワープレート106と誘電体窓105の間に設けたガス流路を介してホローカソード放電機構109に供給する。処理ガスは前記穴内部の高密度プラズマ中を通過して効率よく反応活性種等を生成した後、処理室107に排出される。誘電体窓105、シャワープレート106の材質として石英を用いるが、プラズマ処理に悪影響を与えず、電磁波に対する損失が大きくなければ他の材質、例えばアルミナセラミックなどを用いてもよい。またシャワープレートと誘電体窓は必ずしも同じ材質とする必要はない。例えば一方を石英、他方をアルミナセラミックとしてもよい。

【0020】処理室107内には被処理基板110を載置するための基板電極111が設けられる。基板電極111には、バイアス電源113から整合機112を介してバイアス電力を供給し、さらに、前記基板電極111を介して被処理基板110に供給する。このようにして供給したバイアス電力によりプラズマ中のイオンを被処理基板に引き込むことにより、エッチング処理の効率化、エッチング形状の制御等を行うことができる。

【0021】さらに処理室107の周囲には電磁石0114が設けられ、処理室107内部に静磁界を加えることができる。静磁界によりプラズマの拡散を制御し、プラズマ分布の調整が可能となる。また、静磁界の強度を（例えば0.016テスラ）調整することにより、プラズマ中電子のサイクロトロン運動の周波数を、投入する電磁波の周波数（450MHz）に一致させてECR（Electron Cyclotron Resonance 電子サイクロトロン共鳴）現象を起こすこともできる。これにより電磁波のエネルギーが効率よく電子に供給することができる。また、プラズマの発生を安定に行うことができ、プラズマ密度の向上も可能となる。

【0022】図2は、本実施例で使用するシャワープレートの形状を示す図である。例えば図2(a)に示すように中央付近にホローカソード放電機構としての穴を空けたシャワープレートを用いることができる。これにより、中央付近からガスを導入し、さらに中央付近のプラ

ズマ密度を向上させることができる。また、図2 (b) に示すようにさらに外周付近にも穴を空けた構造としてもよい。これにより中央付近のみでなく、外周付近のプラズマ密度を向上させることができる。また、図2 (c) に示すように外周付近のみにホローカソード放電機構を設けても良い。

【0023】また、ホローカソード放電機構はガス導入口を必ずしもかねる必要はない。例えば、中心付近に開けた穴からはガスを導入し、外周付近の穴からはガス導入を行わないようにすることもできる。ガス導入を行う穴はシャワープレートとはほぼ接して設置する誘電体窓との間に微少な隙間を設け、これをガス流路として利用する。ガス導入を行わない穴は誘電体窓との間に隙間を設けずに配置する。また別の方法として、シャワープレートに開ける穴をガス導入口として用いる場合は貫通させ、ガス導入口として用いない場合は貫通させないという方法を用いてもよい。また、本実施例では直径10mmの穴をホローカソード放電機構として用いているが、寸法、形状はこれに限定されるものではない。例えば穴を用いる場合は数mmから数十mm程度の直径であれば

ホローカソード放電機構として動作させることができる。また形状はシース間で電子が静電的に閉じ込められる構造であればよく、溝等の形状としてもよい。

【0024】図3は、ホローカソード放電機構としての誘電体製シャワープレートに設けた穴の断面形状を示す図である。穴の中にプラズマが発生し、発生したプラズマがホローカソード効果により高密度プラズマとなる外に、穴に入り込んだプラズマに電磁波が集中し、さらに高密度になる効果も生じる。

【0025】図3 (a) は側面が垂直形状の穴、図3 (b) はテーパ状に拡大した形状の穴、図3 (c) は逆にテーパ状に径が縮小する穴の例を示す。

【0026】図3 (a) の側面が垂直の穴の場合、その直径によりホローカソード効果、および電磁波の集中効果を調整することができる。すなわち穴の直径を小さくすると穴側面付近にできるシースが互いに近づくため、ホローカソード効果が高まり、また電磁波の集中効果も高まる。小さくしすぎると穴側面付近にできるシースが互いに重なり合い、ホローカソード放電が逆に発生しなくなる。その境界は処理に用いる圧力、ガス、電磁波の電力によって異なるが、概ね穴の直径を1mm以下にすると穴内部での放電は発生しにくくなる。したがって穴の直径を概ね数mm程度から拡大していくと穴の効果が穏やかなものとなり、ホローカソード効果および電磁波の集中効果を調整できる。

【0027】また、同様の効果は図3 (b)、(c) に示すように穴の形状をテーパ状または逆テーパ状とすることで得られる。すなわち、図3 (b) に示すようにプラズマ側に向かって徐々に径が広がるテーパ状とすることでホローカソード効果および電磁波集中効果を抑制することができる。逆にプラズマ側に向かって徐々に径が縮小する逆テーパ状とすることで効果を増大させることができる。

【0028】また、図3ではホローカソード放電機構を穴で構成する場合を説明したが、溝で構成するでも同様の効果を持たせることができる。

【0029】以上説明したように、本実施例によれば、プラズマ処理室内にホローカソード放電機構を設けたので高密度プラズマを発生できる。また、ホローカソード放電機構等により構成する処理ガスの供給口を被処理基板に対向した任意の位置に設けることができるのでガス流れを最適化することができる。また、プラズマ生成場所とガス供給場所を一致させることができるのでラジカルの生成が効率化する。また、中心付近にホローカソード放電機構を設けることで、アンテナ直下を含めてプラズマ密度の均一化を図ることができる。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、被処理基板の全面に高品質な処理を均一に施すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のエッチング装置を示す図である。

【図2】シャワープレートの形状を示す図である。

【図3】シャワープレートに設けた穴の形状を示す図である。

【符号の説明】

- 101 円盤状アンテナ
- 102 同軸線路
- 103 整合機
- 104 高周波電源
- 105 誘電体窓
- 106 シャワープレート
- 107 処理室
- 108 処理ガスの供給機構
- 109 ホローカソード放電機構
- 110 被処理基板
- 111 基板電極
- 112 整合機
- 113 バイアス電源

【図1】

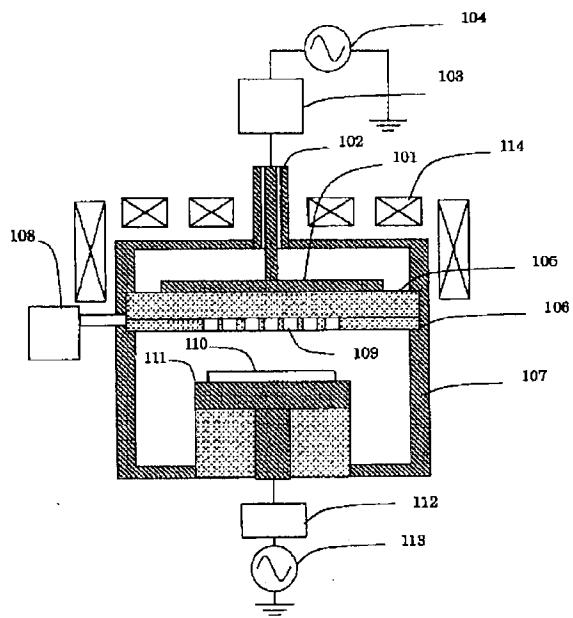


図 1

【図2】

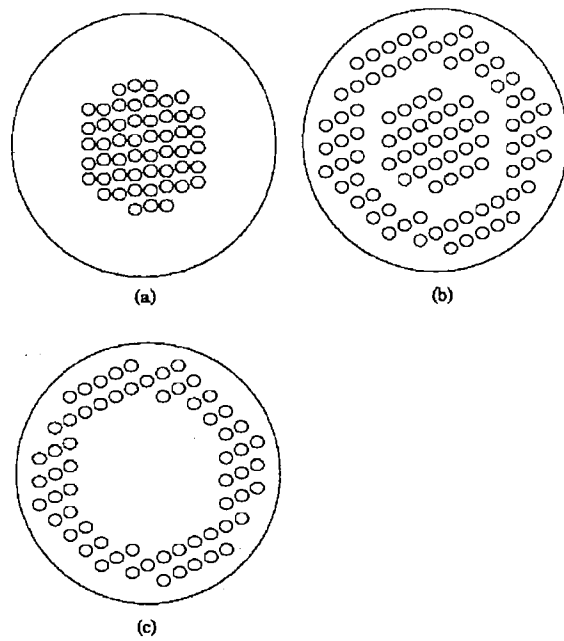


図 2

【図3】

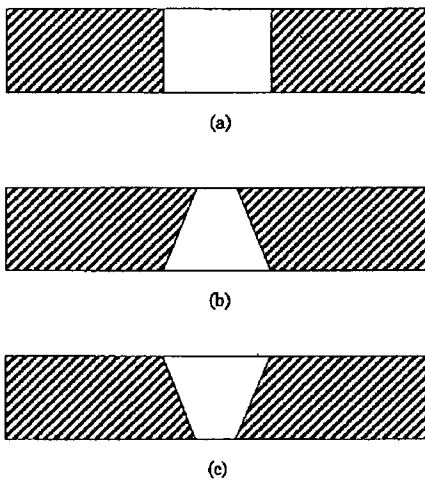


図 3

フロントページの続き

F ターム(参考) 4G075 AA24 AA30 BC06 CA25 CA42
DA02 DA18 EB01 EB44 EC21
FA01 FA05 FC11 FC15
5F004 AA01 BA14 BA20 BB11 BB18
BB32 BC08
5F045 AA08 BB01 DP03 DQ10 EH02
EH03 EH04 EH17